

مطالعه میگو پاسبید غربی از نظر آلودگی به فلزات سنگین

رضا سلیقه‌زاده^{۱*}، محسن پورنیا^۱، علی ابوترابی^۲

۱- گروه دامپزشکی، دانشکده کشاورزی و دامپزشکی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۲- دانشجوی دکتری عمومی دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، شوشتر، ایران

*نویسنده مسئول: Rezasalighehzadeh@yahoo.com

چکیده

بررسی غلظت فلزات سنگین بافت عضله میگوی پاسبید غربی (*vannamei Litopenaeus*) در مجتمع پرورش میگوی استان اراک تعیین و ارزیابی خطر برای مصرف‌کنندگان می‌باشد. برای این منظور، تعداد ۳۰ نمونه میگوی پاسبید غربی پس از خشک شدن، پودر شدن و هضم شیمیایی برای تعیین میزان غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد. فلزات سنگین متنوعی در میگوی پاسبید غربی شناسایی شد که شامل آرسنیک، کادمیوم، جیوه، سرب، آهن، مس، کبالت، کروم، منگنز، مولیبدن، نیکل، قلع و روی بودند. مقدار میانگین آرسنیک، کادمیوم، جیوه و سرب در سایت‌های مختلف به ترتیب ۰/۱۱-۰/۰۸، ۰/۰۱، ۰/۰۱ و ۰/۳۸-۰/۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. قلع و نیکل نسبت به سایر فلزات از غلظت کمتری برخوردار بودند. در بین فلزات ضروری، آهن و مس بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند، بعد از آن، روی و سپس منگنز قرار داشتند. کبالت، کروم و مولیبدن کمترین مقادیر را تشکیل دادند. غلظت تمامی عناصر مورد در محدوده مجاز تعیین شده توسط استانداردهای جهانی (FAO/WHO) بود. مصرف مداوم و روزانه این محصول برای گروه‌های سنی مختلف از نظر آرسنیک ایمن نبوده و مخاطره‌ای برای آنها وجود دارد. ولی از نظر سایر فلزات ایمن بود. نتایج این مطالعه پیشنهاد میکند که اقدامات لازم جهت پیشگیری از آلودگی آب‌های استخرهای پرورشی استان اراک توسط مقامات مسئول صورت پذیرد. کاهش اثرات خطرناک فلزات سنگین با پایش، بررسی منظم و ارزیابی آلاینده‌های معدنی امکان پذیر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: میگوی پاسبید غربی، فلزات سنگین، ارزیابی خطر

مقدمه

تولید جهانی آبزیان برای مصرف انسانی طی پنج دهه اخیر از رشد جمعیت جهانی پیشی گرفته و میانگین رشد آن برای سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۳ میلادی به ۲/۳ رسیده است که ۲ برابر نرخ رشد جمعیت جهانی است و در نتیجه مصرف سرانه آبزیان رشد چشمگیری داشته است. پرورش میگو به عنوان یکی از فعالیت‌های مهم آبی پروری در جهان و همچنین ایران در حال گسترش و توسعه می‌باشد. سخت‌پوستان بزرگترین رده از شاخه بندپایان بوده که بیش از ۴۲ هزار گونه در آن جای دارند. خانواده پنائیده بزرگترین خانواده سخت‌پوستان هستند که در این خانواده، ۱۲ جنس قرار دارند که ۸۰٪ آنها از نظر تجاری مهم بوده و به نام میگو معرفی می‌گردند. میگوها سخت‌پوستانی ده پا هستند که دارای بدنی کشیده و ضامی تخصص یافته برای شنا در آب می‌باشند. پاهای آنها بر خلاف خرچنگ‌ها و لابسترها نازک و کم توان هستند. میگوی پاسبید بومی شرق اقیانوس آرام، از ایالت سونورا در مکزیک تا جنوب شمال پرو است. محدود به مناطقی است که دمای آب در طول سال بالای ۲۰ درجه سانتیگراد (۶۸ درجه فارنهایت) باقی بماند. در طول قرن بیستم، *L. vannamei* یک گونه مهم برای ماهیگیران ساحلی مکزیک و همچنین برای تراول‌ها در فراساحل بود. بسته بندی میگو از منشاء آبی پروری در سال‌های اخیر از میزان میگوهای وحشی صید شده اقیانوسی فراتر رفته است. هر دو منبع، صید اقیانوس و آبی پروری، در معرض تغییرات آب و هوایی و بیماری‌ها هستند. در آبی پروری چندین بیماری شناخته شده وجود دارد. تولید *L. vannamei* به دلیل حساسیت آن به سندرم لکه سفید، سندرم تاورا، نکروز عفونی

هیپودرمال و خونساز، نکروز غده میانی روده باکولوویروسی و عفونت‌های ویبریو محدود است. در سال ۲۰۱۰، Greenpeace International میگوی سفید را به لیست قرمز غذاهای دریایی خود اضافه کرد. استان اراک در سال‌های اخیر با روی آوردن به توسعه آبی پروری، با بهره‌برداری از مجموع ۲ فاز در مجتمع میگو به مساحت ۱۰ هزار هکتار، به یکی از استان‌های برتر پرورش میگو در کشور تبدیل شده است به طوری که سال یک‌هزار و چهارصد، ۱۳۷ میلیون و ۶۰۰ هزار قطعه لارو میگو در مزارع پرورش میگوی ذخیره‌سازی گردید که پیشبینی می‌شود در پایان دوره پرورش، هزار و ۵۶۵ تن میگو با وزن متوسط ۱۶ گرم برداشت و روانه بازارهای داخلی و خارجی شود. آلاینده‌های پایدار در محیط را به دو گروه آلی و فلزی تقسیم بندی می‌کنند. فلزات سنگین از ترکیبات ضروری برای اکوسیستم‌های آبی هستند که به طور طبیعی در مقادیر اندک یافت می‌شوند. به واسطه فعالیت‌های انسانی به ویژه در بخش صنایع و معادن مقادیر زیادی از انواع فلزات از پوسته زمین جدا شده و به محیط‌های دریایی یا آب‌های داخلی آزاد می‌گردند. با صنعتی شدن جامعه، آلاینده‌های مختلفی به محیط وارد می‌گردد. یکی از این آلاینده‌ها که به یک مشکل جهانی تبدیل شده است، فلزات سنگین می‌باشند. فلزات سنگین از آلاینده‌های پایدار و بادوام محیط‌زیست به شمار می‌آیند، چون نمی‌توانند مانند آلوده‌کننده‌های آلی از طریق شیمیایی یا فرایندهای زیستی در طبیعت تجزیه شوند. این فلزات در مقادیر کم به طور طبیعی برای بدن و محیط، لازم و ضروری می‌باشند ولی در غلظت‌های بالاتر که توسط فعالیت‌های انسانی به محیط وارد می‌گردد خطرات زیست محیطی فراوانی را به بار می‌آورند.

جیوه عنصر شیمیایی است که در جدول تناوبی دارای نشان Hg و عدد اتمی ۸۰ می باشد (۱). جیوه ماده سمی بسیار خطرناکی است که به آسانی از طریق بافت های پوستی، تنفسی و گوارشی جذب می شود (۲). جیوه، سیستم عصبی مرکزی را مورد تهاجم قرار داده و تاثیرات بسیار بدی روی دهان، لثه و دندان می گذارد (۲). تماس با مقدار زیاد جیوه و در مدت طولانی باعث آسیب های مغزی و در نهایت منجر به مرگ خواهد شد (۲). سرب عنصر شیمیایی است که در جدول تناوبی با نشان Pb و عدد اتمی ۸۲ وجود دارد (۳). سرب فلز سمی است که به پیوندهای عصبی آسیب رسانده (بخصوص در بچه ها) و موجب بیماری های خونی و مغزی می شود (۳ و ۴). تماس طولانی با این فلز یا نمک های آن مخصوصا نمک های محلول یا اکسید غلیظ آن میتواند باعث بیماری های کلیه و دردهای شکمی شود (۳ و ۴). آرسنیک عنصر شیمیایی است که در جدول تناوبی با علامت As مشخص است و دارای عدد اتمی ۳۳ میباشد. آرسنیک، شبه فلز سمی معروفی است که به سه شکل زرد سیاه و خاکستری یافت می شود. آرسنیک با مختل کردن وسیع سیستم گوارشی و ایجاد شوک، منجر به مرگ می شود (۵). کادمیوم یک عنصر شیمیایی با نماد Cd و عدد اتمی ۴۸ است. کادمیوم یک فلز نرم به رنگ نقره ای/سفید است که از نظر شیمیایی شبیه به دو فلز پایدار دیگر در گروه 12 یعنی روی و جیوه است (۶). کادمیوم و ترکیبات آن بسیار سمی هستند و قرار گرفتن در معرض آنها می تواند سرطانزا باشد. این ترکیب سیستم های قلبی و عروقی، کلیوی، دستگاه گوارش، عصبی، تولید مثل و تنفس بدن را هدف قرار می دهد، بنابراین بسیار آسیب رسان و خطرناک است (۷).

در اندازه گیری فلزات سنگین به روش جذب اتمی، نمونه به شعله یا کوره انتقال داده می شود. در این روش استفاده از کوره موجب افزایش دقت اندازه گیری نسبت به استفاده از شعله می شود و در آنجا به مجموعه ای از اتم ها تبدیل می گردد. باریکه نور پس از عبور از مونوکروماتور با آشکارساز برخورد کرده و مقدار نور جذب شده توسط عنصر تبدیل شده به اتم در شعله، اندازه گیری می شود

مواد و روش کار

در این پژوهش از مواد مصرفی اسید نیتریک، اسید پرکلریک و آب مقطر استفاده شده است. همچنین از دستگاه های آون، جذب اتمی و کوره استفاده گردید.

در این مطالعه، تعداد ۳۰ نمونه میگوی پا سفید غربی از سایت پرورش میگوی استان اراک در پایان دوره پرورش تهیه شد. ابتدا نمونه ها با قرار گرفتن در آب یخ بی حرکت و بیهوش شده سپس با رعایت ملاحظات اخلاق زیستی، بافت عضله جدا شده و به عنوان نمونه برداشت شد. به منظور تعیین غلظت به ازای وزن خشک نمونه، نمونه ها در آون با دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس خشک شد، سپس در هاون چینی تبدیل به پودر تبدیل شد. سنجش غلظت فلزات سنگین باقیمانده در عضله میگوها، از طریق دستگاه طیف بینی جذب اتمی اندازه گیری شد و با استفاده از منحنی کالیبراسیون مقادیر جذب به غلظت تبدیل و مقدار نهایی گزارش گردید. به منظور دستیابی به غلظت مورد نظر فلز از استاندارد مرجع^۱ (SRM 2977 mussel tissue) استفاده شد. به منظور ترسیم منحنی کالیبراسیون عناصر، طیفی از رفتهای مختلف به دستگاه تزریق گردید. خطای

نسبی^۲، راندمان^۳ و حد تشخیص^۴ دستگاه به ترتیب برابر با ۵/۴، ۹۴/۶ درصد و ۰/۰۰۲ قسمت در میلیون از طریق معادلات ذیل محاسبه شد:

$$RE\% = \frac{Measuredvalue \times Nominalvalue}{Measuredvalue} * 10$$

$$R\% = 100 - RE\%$$

$$LOD = \frac{Sdintercept}{X-variable} * 3.3$$

جایی که Sd انحراف معیار، intercept عرض از مبدا (b) و x-variable شیب خط (a) هستند. به منظور ارزیابی خطر بهداشتی مصرف این محصولات دریایی، شاخصی با عنوان «دریافت روزانه»^۵ (DI) بکار گرفته شد:

$$DI = \frac{(Cm \times IR)}{BW}$$

Cm غلظت اندازه‌گیری شده در بافت خوراکی (عضله) میگو بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر است. از آنجایی که میگوها به شکل تازه (بدون فرایند خشک کردن) توسط مصرف کنندگان مورد تغذیه قرار میگیرند، غلظت‌های سنجیده شده بر حسب وزن خشک نمونه از طریق معادله (100) Con. in WW = ((100) Con in DW) * (70% of water) - به وزن تر تبدیل شد. وزن بدن که در این تحقیق به تفکیک بزرگسالان و کودکان (زیر ۱۸ سال) به ترتیب معادل ۷۰ و ۴۰ کیلوگرم؛ و IR میزان مصرف روزانه میگو در جامعه مصرف کنندگان برابر با ۲۳/۱۱ گرم در روز در نظر گرفته می شود.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده، ابتدا نرمال بودن آنها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۶ (KS) بررسی شد؛ سپس مقایسه داده‌های فلزات سنگین مزارع با یکدیگر برای گروه‌هایی دارای پراکنش نرمال از تجزیه واریانس یک طرفه^۷ استفاده شد و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار، برای جداسازی گروه‌ها از آزمون توکی^۸ در سطح اطمینان ۵ درصد استفاده گردید. همچنین، از آزمون تی تک نمونه‌ای^۹ برای مقایسه غلظت عناصر سنگین با مقادیر مندرج در استانداردهای بهداشتی معتبر بین‌المللی استفاده شد. کلیه عملیات آماری در محیط نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج

۱- تشخیص فلزات سنگین سمی و ضروری

در جدول ۱، فلزات سنگین سمی و ضروری نمونه‌های میگوی پاسبید پرورشی استان اراک نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، مقدار میانگین آرسنیک، کادمیوم، جیوه و سرب نمونه‌های مختلف به ترتیب ۰/۰۸-۰/۱۱، ۰/۰۱، ۰/۰۱ و ۰/۱۴-۰/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. قلع و نیکل دارای میانگین کمتری از سایر فلزات بودند. در بین فلزات ضروری، آهن و مس بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. بعد از آن، روی و سپس منگنز قرار دارند. کبالت، کروم و مولیبدن کمترین مقادیر را تشکیل می دهند.

۲- مقایسه باقیمانده فلزات سنگین با استانداردهای

جهانی

KS: Kolmogorov-Smirnov^۱
One-way ANOVA^۲
Tukey test^۳
One sample T-test^۴

RE: Relative Error^۱
R: Rendement (efficiency)^۲
LOD: Limit of detection^۳
DI: Daily intake^۴

حد مجاز برخی از فلزات سنگین در جدول ۲ ذکر گردیده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، مقدار میانگین آرسنیک، کادمیوم، جیوه و سرب طبق استانداردهای بین‌المللی ۰/۵، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۲ ppm می‌باشد. غلظت تمامی عناصر مورد بررسی کمتر از حد مجاز است.

۳- ارزیابی ریسک فلزات سنگین

میزان دریافت روزانه و حداکثر مصرف روزانه قابل تحمل (MTDI) برخی از فلزات سنگین در جدول ۳ ذکر گردیده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، میزان دریافت روزانه کوکان و بزرگسالان برای آرسنیک بین $10^{-1} \times 1/13$ - $10^{-1} \times 1/98$ ، کادمیوم بین $10^{-3} \times 8/31$ - $10^{-2} \times 1/45$ ، جیوه بین $10^{-2} \times 7/6$ - $10^{-1} \times 1/37$ و سرب بین $10^{-2} \times 7/85$ - $10^{-1} \times 1/37$ می‌باشد. آهن، مس، قلع و روی دارای حد مجاز بالاتری از سایر فلزات هستند. حداکثر مصرف روزانه قابل تحمل برای آرسنیک و کادمیوم کمتر از سایر فلزات می‌باشد. همانطور که مشخص است مصرف مداوم و روزانه این محصول برای گروه‌های سنی مختلف از نظر آرسنیک ایمن نبوده و مخاطره‌ای برای آنها وجود دارد. ولی از نظر سایر فلزات ایمن است.

بحث

به‌دلیل افزایش فعالیت‌های انسانی در دوران اخیر، اکوسیستم‌های آبی به شکل‌های متفاوتی چون از طریق تخلیه صنعتی، رواناب کشاورزی و شهری و زباله‌های شهری به فلزات سنگین آلوده می‌شوند که با تغییر فصل مقدار این فلزات نیز متفاوت می‌گردد. فلزات سنگین به دلیل اثرات سمی و تجمع

زیستی در موجودات، آلاینده‌های خطرناکی محسوب می‌شوند. موجودات آبی این آب‌ها، احتمالاً آلوده به فلزات سنگین بوده و برای مصرف ایمن نیستند. مصرف آنها توسط انسان می‌تواند باعث مسمومیت مزمن و حاد شود. آلودگی به عناصر سنگین یک مشکل جدی در بعد جهانی است و با توجه به افزایش سرانه مصرف غذاهای دریایی در ایران، اطمینان از سلامت این خوراک اهمیت زیادی برای مصرف کنندگان خواهد داشت. صنعت پرورش میگو میتواند تحت تاثیر آلودگی‌های ناشی از دریا قرار بگیرد و مشکلات و مسائلی برای آن به وجود بیاورد. غلظت فلزات سنگین در استخرهای پرورشی میگو می‌تواند در اثر عواملی مثل غذای مصرفی، منبع آب شامل فاضلاب‌های صنعتی و خانگی و پساب کشاورزی، ورود از منابع طبیعی و اتمسفر باشد که در نهایت با توجه به تغذیه کفزی خواری میگو وارد چرخه غذایی می‌گردد (۸). فلزات سنگین انباشته شده در بدن میگو می‌تواند از طریق زنجیره غذایی به انسان منتقل شود. در این پژوهش غلظت فلزات سنگین بافت عضله میگوی پاسبید غربی مزارع پرورشی سایت‌های مجتمع پرورش میگوی استان اراک تعیین گردید. آرسنیک با اختلال در سیستم گوارشی و ایجاد شوک می‌تواند منجر به مرگ شود. میزان این فلز در سایت‌های مختلف بین ۰/۸-۰/۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد.

عنصر سنگین	میگو/سایت		
	سایت شماره یک	سایت شماره دو	سایت شماره سه
آرسنیک	۰.۱۱±۰.۴۴	۰.۰۸±۰.۴۳	۰.۱۱±۰.۴۰
کادمیوم	۰.۰۱±۰.۰۳	۰.۰۱±۰.۰۲	۰.۰۱±۰.۰۲
کبالت	۰.۰۱±۰.۰۱	۰.۰۱±۰.۰۱	۰.۰۱±۰.۰۲
کروم	۰.۱۹±۰.۵۶	۰.۱۸±۰.۶۵	۰.۲۶±۰.۵۴
مس	۴.۵۰±۲۱.۷۷	۲.۴۹±۱۹.۰۴	۳.۲۷±۱۵.۶۶
آهن	۴.۶۵±۴۰.۴۰	۲.۹۷±۳۸.۰۷	۶.۸۴±۲۱.۹۵
جیوه	۰.۰۱±۰.۱۶	۰.۰۱±۰.۱۶	۰.۰۱±۰.۱۶
منگنز	۰.۸۷±۱.۱۷	۰.۵۴±۱.۰۳	۰.۲۲±۰.۷۸
مولیبدن	۰.۰۱±۰.۰۳	۰.۰۱±۰.۰۳	۰.۰۱±۰.۰۳
نیکل	۰.۰۴±۰.۱۴	۰.۱۱±۰.۲۲	۰.۱۰±۰.۲۰
سرب	۰.۳۸±۰.۴۳	۰.۱۴±۰.۲۲	۰.۲۸±۰.۲۳
قلع	۰.۰۱±۰.۳۱	۰.۰۱±۰.۳۰	۰.۰۱±۰.۳۰
روی	^b ۱.۹۰±۳۴.۸۵	^b ۱.۲۵±۳۳.۶۸	^a ۵.۲۱±۲۷.۵۱

جدول ۱- میزان فلزات سنگین در میگوی پرورشی استان اراک (برحسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک)

عنصر	مقدار استاندارد (PPM)	تفاوت میانگین از استاندارد (PPM)	آماره t	DF	P-Value
آرسنیک	۰.۵	-۰.۰۷۱۸۳	-۲.۵۷۹	۱۱	۰.۰۲۶
کادمیوم	۰.۲	-۰.۱۶۸۵۶	-۴۳.۹۳۴	۱۱	۰.۰۰۰
کبالت	۵۰	-۴۹.۹۷۹۶۶	-۱.۵۱۵	۱۱	۰.۰۰۰
کروم	۳۰	-۲۹.۴۱۰۶۴	-۴۹۸.۴۵۰	۱۱	۰.۰۰۰
مس	۱۰۰	-۸۱.۱۶۹۹۶	-۶۸.۲۶۴	۱۱	۰.۰۰۰
آهن	۱۰۰	-۶۶.۵۲۱۳۵	-۷.۶۰۴	۱۱	۰.۰۰۰
جیوه	۰.۲	-۰.۰۳۵۵۰	-۱.۲۳۶	۱۱	۰.۰۰۰
منگنز	۵۰	-۴۹.۰۰۰۹۷	-۲۹۴.۷۵۵	۱۱	۰.۰۰۰
مولیبدن	۱۵۰	-۱۴۹.۹۶۵۹۰	-۲.۰۸۸	۱۱	۰.۰۰۰
نیکل	۰.۵	-۰.۳۱۱۶۹	-۱۱.۹۵۵	۱۱	۰.۰۰۰
سرب	۰.۴	-۰.۱۰۲۹۳	-۱.۲۷۴	۱۱	۰.۲۲۹
قلع	۲۵۰	-۲۴۹.۶۹۱۵۲	-۲.۱۷۵	۱۱	۰.۰۰۰
روی	۱۵۰	-۱۱۷.۹۸۰۸۵	-۹۱.۰۸۷	۱۱	۰.۰۰۰

*حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف معنی دار بین گروه های آزمایشی است ($P<0/05$)؛ میانگین $\pm$ انحراف معیار (Mean $\pm$ S.D)

جدول ۲- مقایسه میزان فلزات سنگین میگوی پرورشی استان اراک با استانداردهای جهانی (FAO/WHO)

جدول ۳- ارزیابی ریسک سلامت میگوی پرورشی استان اراک نسبت به فلزات سنگین

عنصر سنگین	دریافت روزانه (میلیگرم بر گرم وزن بدن در روز)		MTDI* (mg.g ⁻¹ BW/day)
	کودکان	بزرگسالان	
آرسنیک	$1/98 \times 10^{-1}$	$1/13 \times 10^{-1}$	5×10^{-2}
کادمیوم	$1/45 \times 10^{-2}$	$8/31 \times 10^{-3}$	6×10^{-2}
کبالت	$9/4 \times 10^{-3}$	$5/37 \times 10^{-3}$	-
کروم	$2/72 \times 10^{-1}$	$1/55 \times 10^{-1}$	۲
مس	۸/۷۱	۴/۹۷	3×10^{-1}
آهن	۱۵/۴۸	۸/۸۴	1×10^{-2}
جیوه	$7/6 \times 10^{-2}$	$4/34 \times 10^{-2}$	-
منگنز	$4/62 \times 10^{-1}$	$2/64 \times 10^{-1}$	-
مولیبدن	$1/57 \times 10^{-2}$	$9/01 \times 10^{-3}$	-
نیکل	$8/71 \times 10^{-2}$	$4/97 \times 10^{-2}$	3×10^{-1}
سرب	$1/37 \times 10^{-1}$	$7/85 \times 10^{-2}$	$2/1 \times 10^{-1}$
قلع	$1/42 \times 10^{-1}$	$8/15 \times 10^{-2}$	-
روی	۱۴/۸۱	۸/۴۶	6×10^{-1}

اختلال در بیوسنتز هموگلوبین، آسیب‌های کلیوی، کندی رشد،

اختلال در عملکرد کبد و با آسیب به پیوندهای عصبی موجب بیماری‌های مغزی می‌شود (۴ و ۳). که از میزان سرب در سایت‌های مختلف بین ۰/۳۸، ۰/۱۴ و ۰/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. میزان حداکثر مجاز سرب در میگو بر اساس استانداردهای جهانی در حدود ۰/۴ ppm تعیین شده است. میزان دریافت روزانه قابل تحمل (MTDI) سرب $2/1 \times 10^{-1}$ میلی‌گرم بر گرم می‌باشد. بنابراین افزایش راندمان کمی و کیفی میگو و نزدیک ساختن مشخصات و خصوصیات آن‌ها به استانداردهای جهانی، علاوه بر تأمین بهداشت عمومی سبب افزایش مصرف داخلی نیز خواهد شد. میگو از راه‌های متفاوتی چون مصرف آب‌های سطحی آلوده در معرض آلودگی قرار می‌گیرد (۸). در این پژوهش به فلزات ضروری که نمایانگر ارزش غذایی میگوها می‌باشد، نیز پرداخته شد. این فلزات برای رشد و متابولیسم مورد نیاز بوده و انتظار می‌رود در مقایسه با فلزات سنگین از میزان بیشتری برخوردار باشند (۲). بیشترین عنصر ضروری را آهن و مس تشکیل داد. فلز نیکل به مقدار کم برای

میزان حداکثر مجاز آرسنیک در میگو براساس استانداردهای جهانی در حدود ۰/۵ ppm تعیین شده است. همچنین میزان دریافت روزانه موقتی برای کودکان $1/98 \times 10^{-1}$ و برای بزرگسالان $1/13 \times 10^{-1}$ میلی‌گرم بر گرم و میزان قابل تحمل (MTDI) 5×10^{-2} میلی‌گرم بر گرم است. قرار گرفتن در معرض فلز کادمیوم می‌تواند اثرات سوئی بر سیستم‌های قلبی و عروقی، کلیوی، گوارشی، عصبی، تولید مثل و تنفس بدن داشته باشد. جیوه نیز از فلزی با سمیت بالا است که تماس با مقادیر زیاد آن و در طولانی مدت باعث آسیب‌های مغزی، کبدی و در نهایت موجب مرگ شود (۱). میزان کادمیوم و جیوه در سایت‌های مختلف بدون اختلاف معنی‌داری در حدود ۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. میزان حداکثر مجاز کادمیوم و جیوه در میگو بر اساس استانداردهای جهانی در حدود ۰/۲ ppm تعیین شده است. میزان دریافت قابل تحمل (MTDI) کادمیوم 6×10^{-3} میلی‌گرم بر گرم می‌باشد (۶ و ۷). سرب یکی از چهار فلز سمی است که عوارض زیادی چون

بدن ضروری است، اما هنگامی که مقدار آن از حد مجاز خود بیشتر شود، احتمال ابتلا به سرطان ریه، بینی، حنجره و پروستات را افزایش می‌دهد (۱۰). تغییرات سمی فلز نیکل گسترده بوده و تحت تأثیر شوری و وجود یون‌های دیگر قرار دارد. عواملی از جمله استفاده از فولاد ضدزنگ، آبکاری و رنگ کردن از عواملی هستند که موجب ورود نیکل از منابع انسانی به محیط آبی می‌شوند. مقادیر کم این فلز در افراد حساس موجب التهاب پوست می‌گردد (۱۱). فلز روی، از یکی از فلزات معدنی است که در سلامت عمومی بدن نقش مهمی را ایفا می‌کند و دو میلیارد از جمعیت کشورهای در حال توسعه از کمبود آن رنج می‌برند. همچنین افزایش غلظت بیش از حد این فلز باعث اختلالات گوارشی و اختلالات عصبی می‌شود. در غلظت‌های بالا در پروستات، استخوان، عضلات و کبد انباشته می‌گردد. همچنین این فلز در حالت مازاد باعث افزایش سلول‌های پیش‌رو مغز استخوان، کاهش تکثیر لنفوسیت‌های B و همچنین کاهش پاسخ به آنتی‌بادی توسط لنفوسیت‌های T می‌گردد (۱۰).

فلز مس فلز ضروری دیگری است که مسمومیت مزمن با آن می‌تواند به کلیه و کبد صدمه وارد کند (۱۰). مقادیر غلظت نبستا بالای این فلز در بافت میگوی پرورشی استان اراک می‌تواند غذای مصنوعی، فعالیت بالای انواع شناورهای سبک و سنگین، رها شدن رنگ‌های ضد رسوب مورد استفاده در لنج‌ها، و سایر شناورهای موجود در آب‌های این منطقه باشد که ممکن است از طریق منبع آب ورودی به مزارع پرورشی وارد شده و در

نهایت این ترکیبات نیز به‌طور مستقیم از آب یا از رسوبات به این آبی متقل شود (۸، ۱۲ و ۱۳).

فلز ضروری مهم دیگر موجود در میگو، آهن است که از اجزای مهم هموگلوبین است. به صورت نرمال بافت‌های مختلف بدن نیاز به ۴ تا ۵ گرم آهن دارند. بدن توانایی به کارگیری آهن بیشتر از ۲ میلی‌گرم در روز را نداشته و جذب اضافی آهن باعث انباشته شدن آن در بافت‌های هدف می‌گردد (۱۰). در نمونه میگوهای بررسی شده، میتوان بیان نمود که غلظت تمامی فلزات سمی مورد بررسی کمتر از حد مجاز است و مصرف میگوهای تولیدی این سایت‌ها، از نظر وجود فلزات سنگین کادمیوم و آرسنیک مطلوب نیست و مصرف آنها برای عموم ممکن است با خطر^۱ همراه باشد. بنابراین نگرانی در مورد سمیت با سرب و آرسنیک به دنبال مصرف میگو در این مناطق وجود دارد. تجمع فلزات بین گونه‌های مختلف تحت تاثیر عواملی خاص مانند سن، توزیع جغرافیایی و گونه می‌باشند (۱۴). در محیط‌های شهری و صنعتی با تراکم بالاتر، فلزات سنگین می‌توانند رایج باشند، در حالی که مواد معدنی و عناصر کمیاب می‌توانند هم در مناطق کشاورزی و هم در مناطق شهری حضوری همه جانبه داشته باشند. تحقیقات نشان داده است که با فاصله گرفتن از مناطق مسکونی، غلظت فلزات در میگو کاهش پیدا می‌کند. بنابراین، دور ساختن استخرهای پرورش میگو از تهدیدهای آلودگی این فلزات سنگین ضروری است (۸).

نتیجه‌گیری

فلزات سنگین به دلیل فاضلاب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی تجمع می‌یابند و عمده‌تاً در برابر تصفیه‌های شیمیایی مقاوم هستند. این انباشتگی می‌تواند به آلودگی زیست‌محیطی در آبریان، به‌ویژه میگوها که جزء مهم‌ترین عناصر زنجیره غذایی

انسان محسوب می‌شوند، منجر شود. از طرفی، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که سطح فلزات سنگین نسبت به استانداردهای بین‌المللی پایین بوده است؛ اما با توجه به خاصیت تجمع‌زیستی و سمیت فلزات سنگین، نیاز به پایش دوره‌ای این فلزات وجود دارد.

منابع

۱. اژدری ا، کیخا ف. ۱۴۰۰. بیماری‌های میگوی پاسبید غربی (*Litopenaeus vannamei*). ناشر موج سبز
۲. خراسانی، ن.، شایگان، ج.، و کریمی شهری، ن. بررسی غلظت فلزات سنگین (روی، مس، آهن، کروم و سرب) در رسوبات سطحی سواحل، بندر عباس. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴- ۲۵۲- ۲۵۳
3. Ghorbani Vagheie, R., Matinfar, A., Aeinjamshid, K., Hafezieh, M. and Ghorbani, R., 2011. Replacing of live food with artificial diet on growth and survival rates of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae. Iranian Scientific Fisheries Journal, 20(3): 87-102.
4. Dadgar, S.H., Salehi, H., Hajimirrahimi, S.D., Teimoori, M. 2015. Measuring of per capita fish consumption and assessing barriers and development strategies for consumption in Markazi Province. Iranian Scientific Fisheries Journal. 23(4): 17-29. (in Persian)
5. Miloskovic, A., Simic, V., 2015. Arsenic and other trace elements in five edible fish species in relation to fish size and weight and potential health risks for human consumption. Polish Journal of Environmental Studies. 24(1): 199-206.
6. Qin, D., Jiang, H., Bai, S., Tang, S., Mou, Z. 2015. Determination of 28 trace elements in three farmed cyprinid fish species from Northeast China. Food Control. 50: 1-8.
7. Gidlow DA. Lead toxicity. Occupational Medicine 2004; 54:76-81.
8. Asha, P.S., Krishnakumar, P.K., Kaladharan, P., Prema, D., Diwakar, K., Valsalaand, K.K.G. 2010. Heavy metal concentration in sea water, sediment and bivalves off Tuticorin. Journal of Marin Biology Association India. 52(1): 48-54.
9. Jin M, Yuan H, Liu B, Peng J, Xu L, Yang D. Review of the distribution and detection methods of heavy metals in environment. Anal. Methods, 2020.
10. Moselhy, M.; Othman, A.I.H.; Abd El-Azem, H. & El-Metwally, M.E.A. 2014. Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt. Egypt. J. Basic. Appl. Sic, 1, pp. 97 -105. (in Persian)
11. Nascimento, J.R., Sabadini-Santos, E., Carvalho, C., Keunecke, K.A., César, R. and Bidone, E.D. (2017). Bioaccumulation of heavy metals by shrimp (*Litopenaeus schmitti*): A dose-response approach for coastal resources management. Marine Pollution Bulletin, 114(2): 1007-1013.
12. Papanikolaou N , Hatzidaki E , Belivanis S, Tzanakakis G, Tsatsakis A. Lead toxicity update. A brief review. Med Sci Monit, 2005; 11(10): 329-336.
13. Zahir F, Rizwi S, Haq S, Khan R. Low dose mercury toxicity and human health. Environmental Toxicology and Pharmacology. 2005; 20: 351-360.

Study of Western White Shrimp for Heavy Metal Contamination

Reza Salighehzadeh^{*1}, Mohsen Pournia¹, Ali Abotorabi²

1- Department of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Shushtar Branch, Shushtar, Iran

2- Doctor of Veterinary Medicine student, Shushtar Branch, Islamic Azad University, Shushtar, Iran

***Corresponding author: rezasalighehzadeh@yahoo.com**

Abstract

Study of White Leg Shrimp regarding Heavy Metals and Risk Assessment for Consumption. Study of White Leg Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) of Shrimp farming complex in, Arak Province, with the Perspective of Contamination by Heavy Metals and Risk Evaluation for Consumer. For this purpose, 30 samples were analyzed by atomic absorption after drying and chemical digestion. The data were analyzed using SPSS software. The different heavy metals were identified in shrimp samples, including arsenic (As), cadmium (Cd), mercury (Hg), lead (Pb), iron (Fe), copper (Cu), cobalt (Co), chromium (Cr), manganese (Mn), molybdenum (Mo), nickel (Ni), tin (Sn) and zinc (Zn). The average amount of As, Cd Hg and Pb was 0.11-0.08, 0.01, 0.01 and 0.38-0.14 mg/kg, respectively. Sn and Ni had a lower average than other metals. Among the essential heavy metals, Fe and Cu were the highest level, followed Zn and Mn. Co, Cr and Mo were the lowest level. A significant difference was reported between different sites in regarding Zn ($P<0.05$). The concentration of all heavy metals was according to the standard limit (FAO/WHO). Continuous and daily consumption of this product for different age groups is not safe in terms of As and there is a risk, but it is safe for other metals. It is possible to reduce the dangerous effects of heavy metals by monitoring, regularly examining and evaluating these mineral pollutants.

Keywords: Western white shrimp, Heavy Metals, Risk assessment